

证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 12 06

申 请 号： 02 1 54031.4

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 移动目标位置数据的压缩方法和压缩设备

申 请 人： 国际商业机器公司

发明人或设计人： 于秀兰； 陈滢； 饶芳艳

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 5 月 12 日

权 利 要 求 书

1. 一种压缩大量移动目标在连续时间的位置数据的方法, 包括步骤:

a) 接收移动目标的当前位置数据;

5 b) 判别该目标过去是否处于线性运动状态;

c) 如果在步骤 b) 中判断目标过去作线性运动, 判断加入当前位置后是否仍然作线性运动, 如果仍然作线性运动, 不更新其位置;

d) 如果在步骤 c) 中判定加入当前位置后线性运动已经被破坏, 则更新其位置, 返回步骤 a); 以及

10 e) 如果在步骤 b) 中判断目标过去不作线性运动, 判别其是否在附近随机游走, 如果是, 不更新其位置, 否则更新其位置, 并设定该目标处于线性运动状态, 返回步骤 a)。

2. 如权利要求 1 所述的压缩方法, 其特征在于: 所述更新其位置是指, 选择一个长度可变的位置队列, 将压缩后的要插入数据库中的移动目标位置
15 存储到该可变位置队列, 然后所述位置队列以数据库可接收的数据插入速率, 向数据库中插入移动目标不同时刻的位置。

3. 如权利要求 2 所述的压缩方法, 其特征在于: 预先存储道路的拓扑和物理结构、位置信息, 并在步骤 b) 之前利用空间索引获得移动目标的校正位置信息。

20 4. 如权利要求 3 所述的压缩方法, 其特征在于, 在步骤 c) 中还包括以下步骤:

c1) 利用目标以前若干时刻的位置对目标当前时刻的位置进行线性预测;

c2) 计算预测误差; 以及

25 c3) 如果预测误差在线性预测阈值范围内, 则确认移动目标仍然作线性运动。

5. 如权利要求 4 所述的压缩方法, 其特征在于, 所述线性预测为两点一阶线性预测或多点一阶线性预测。

6. 如权利要求 2 所述的压缩方法, 其特征在于, 在没有预先存储道路的拓扑和物理结构、位置信息的情况下, 在步骤 c) 中还包括以下步骤:

30 c11) 利用当前位置和目标过去处于线性运动的位置进行拟和, 获得拟和的位置-时间直线方程;

c12) 将当前时间和目标过去处于线性运动的时间分别带入所拟和的位置-时间直线方程, 估计各时间点的拟和误差; 以及

c13) 如果所有时间点的拟和误差均在线性预测值范围之内, 则确认移动目标仍然作线性运动, 并且将该目标在各时间点的拟和位置设为其校正位置。

5 7. 如权利要求 5 或 6 所述的压缩方法, 其特征在于: 在步骤 d) 中包括下列步骤:

d1) 如果在步骤 c) 中判定加入当前位置后线性运动已经被破坏, 则判断目标是否在附近随机游走, 如果是, 更新其位置, 设定该目标处于在附近随机游走状态;

10 d2) 如果在步骤 d1) 中判断目标不是处于在附近随机游走状态, 则判断预测误差或拟和误差是否大于根据位置查询精度设定的目标特别误差阈值, 如果预测误差或拟和误差大于根据位置查询精度设定的目标特别误差阈值, 判断最后一个记录位置与最后一个位置的校正位置是否相同, 如果相同, 则记录当前位置, 否则, 记录最后一个位置的校正位置和当前位置;

15 d3) 如果预测误差或拟和误差不大于根据位置查询精度设定的目标特别误差阈值, 则判断满足线性预测的点数是否大于点数阈值, 如果不大于点数阈值, 则记录当前位置, 否则, 记录最后一个位置的校正位置和当前位置; 以及

d4) 在满足线性预测位置的临时存储空间只保留当前位置。

20 8. 如权利要求 1 至 5 任一所述的压缩方法, 其特征在于, 在步骤 e) 中包括下列步骤:

e1) 判断最后一个记录位置是否等于最后一个位置的校正位置, 如果不相等, 则置线性运动标志并记录当前位置;

25 e2) 如果在步骤 e1) 中判断最后一个记录位置等于最后一个位置的校正位置, 则判断位置误差是否大于根据位置查询精度设定的特别阈值, 如果位置误差不大于根据位置查询精度设定的特别阈值, 则只记录当前位置;

30 e3) 如果在步骤 e2) 中判断位置误差大于根据位置查询精度设定的特别阈值, 则判断满足简单阈值模型的点数是否大于点数阈值, 如果满足简单阈值模型的点数大于点数阈值, 则记录最后一个位置的校正位置和当前位置, 否则, 只记录当前位置; 以及

e4) 将满足简单阈值模型点数清零, 清空前一位置数据, 根据线性运动

标志，在满足线性预测位置的临时存储空间中保留最后一个位置的校正位置和当前位置。

9. 如权利要求 1 至 6 任一所述的压缩方法，其特征在于，所述位置队列在内存中开辟，或者以一个或多个文件的形式存在。

5 10. 如权利要求 1 至 6 任一所述的压缩方法，其特征在于，在步骤 a) 之前还包括初始化步骤，接收并记录移动目标的前几个位置数据，然后根据所接收的前几个位置数据判断目标处于线性运动状态还是处于在附近随机游走的状态。

11. 一种压缩移动目标位置数据的设备，包括：

10 输入接口，用于接收连续运动的移动目标的当前位置；
 数据压缩装置，用于对通过输入接口所接收的位置信息压缩；以及
 输出接口，用于输出压缩后的移动目标位置；
 其中，所述数据压缩装置包括：

15 线性模型处理单元，用于在移动目标过去处于线性运动状态时，判断加入当前位置后是否仍然作线性运动，如果仍然作线性运动，不更新其位置，否则更新其位置；以及

 简单阈值模型处理单元，用于在移动目标不作线性运动时，判别其是否在附近随机游走，如果是，不更新其位置，否则更新其位置。

20 12. 如权利要求 11 所述的压缩设备，还包括存储装置，用于存储道路的拓扑和物理结构、位置信息以及为数据压缩所必需的中间结果。

13. 如权利要求 12 所述的压缩设备，其特征在于，所述线性模型处理单元包括：

 线性预测部件，用于利用目标以前若干时刻的位置对目标当前时刻的位置进行线性预测；

25 预测误差计算部件，用于计算预测误差；以及

 判定部件，如果预测误差在线性预测阈值范围内，则确认移动目标仍然作线性运动。

14. 如权利要求 13 所述的压缩设备，其特征在于，所述线性预测为两点一阶线性预测或多点一阶线性预测。

30 15. 如权利要求 11 所述的压缩设备，其特征在于，所述线性模型处理单元包括：

拟和部件,用于利用当前位置和目标过去处于线性运动的位置进行拟和,获得拟和的位置-时间直线方程;

拟和误差估计部件,用于将当前时间和目标过去处于线性运动的时间分别带入所拟和的位置-时间直线方程,估计各时间点的拟和误差;以及

- 5 判定部件,如果所有时间点的拟和误差均在线性预测值范围之内,则确认移动目标仍然作线性运动。

16. 如权利要求 11 至 15 任一所述的压缩设备,其特征在于,所述输出接口是一长度可变的位置队列,其存储着压缩后的要插入数据库中的移动目标位置,并以数据库可接收的数据插入速率,向数据库中插入移动目标不同
10 时刻的位置。

17. 如权利要求 11 至 15 任一所述的压缩设备,其特征在于,所述位置队列在内存中开辟,或者以一个或多个文件的形式存在。

说明书

移动目标位置数据的压缩方法和压缩设备

5 技术领域

本发明涉及移动目标位置数据的压缩方法和压缩设备,更具体地说,涉及在保证查询精度的情况下,压缩大量移动目标的连续时间的位置数据的方法及其设备。

10 背景技术

对于移动目标的定位已经提出了多种方法。例如,全球定位系统(GPS),其定位精度很高(GPS卫星星座向地面发射两种扩频码:C/A码和P码。C/A码是民用码,定位精度低,在100米左右,采用差分技术精度可提高到10米。高精度的P码是军用码,其定位精度小于10米,测速精度为0.06-0.1m/s)。

15 另外,目前的移动电话也可以被基站定位,但定位精度较低(定位精度取决于所在小区的半径,如在北京市区,基站密度较高,源小区(Cell of Origin)技术定位精度可以达到200米左右;而在郊区,基站密度较低,该定位技术定位精度只能达到一两公里)。

目前已有的系统利用这些定位技术对移动目标进行连续定位,并将获得
20 的位置信息放入数据库中,从而,可以对数据库中移动目标的位置进行各种方式的查询,我们将整个这样的系统称为移动目标数据库(Moving Object Database)。因此,如图1所示,该移动目标数据库系统从硬件上包括:移动单元(Mobile Unit)、定位设施、通信接口、以及数据库所在的服务器。移动单元是一个安装在移动目标上可以被监控的设备,如移动电话、GPS接收机
25 等。当使用GPS定位时,定位设施和移动单元常常统称移动单元。它们通过通信接口将移动目标的位置送入数据库,数据库提供对外的查询和其它服务接口。

以下给出一些数据库查询应用的例子:当一个人进入离麦当劳500米的范围时,服务商送给他的移动电话一个电子优惠券;出租车司机经理查询其
30 公司所有出租车昨天上午9:00到该日下午2:00的位置;等等。移动目标数据库可以用于出租车管理、物流、基于位置的服务等等。

在这样的系统中，如果数据库存储采用离散点模型，即数据库记录移动目标离散时间点的位置，要实时跟踪大量的移动目标的位置，或者跟踪目标的频率很高，数据库在单位时间内就要插入大量移动目标的位置，数据库一方面承受不了这样高的插入速率，另一方面会占用大量的存储空间。这里我们以一个出租车管理移动目标数据库系统为例，来解释这个问题：一个出租车公司有 30,000 辆出租车，每 1 分钟对一辆出租车定位一次，位置发送到数据库，数据库每秒就要进行 495 次位置插入操作，数据库无法支持这样高的数据插入操作，这样的移动目标数据库系统就不可能正常运作。

另外一个问题是存储空间问题，在非采样时刻的位置查询一般使用线性插值或拟合等技术，以线性插值为例，目标在 T ($T_1 \leq T \leq T_2$) 时刻的位置 X 是该目标在 T_1 时刻位置 X_1 和 T_2 时刻位置 X_2 的线性插值，如下式所示。

$$X = X_1 + \frac{X_2 - X_1}{T_2 - T_1} \cdot (T - T_1) \quad (1)$$

图 2 表明了位置查询的误差，为该点插值位置和这点真实位置的距离。

考虑到在数据库中使用二维位置对该出租车公司的出租车位置进行记录，每个位置占用 16 个字节，那么为该出租车公司提供这项服务的公司每天就要存储 659.1M 的数据量，每个月是 19.3G 数据量，每年要 235G 的数据量，这还是仅仅考虑了纯数据存储的情况，还没有考虑数据库管理方面，如索引等。如此大的数据存储容量对数据库管理也比较困难，而且存储空间的耗资也不容忽视。

如果我们能够对这样的数据进行压缩，将压缩后的数据放入数据库中，就可以有效地解决上述问题。压缩可以从以下几个方面考虑：

(1) 如美国专利 US6,327,533 B1 中用到的去冗余滤波法，设定一个时间或位移的阈值，如果该目标运动的时间或位移没有超过这个阈值，就不对移动目标的位置记录，这样可以达到压缩的目的，而且记录在数据库中的仍然是目标的位置，查询处理非常方便，但当大量移动目标都在运动时，该方法失效，数据库的插入操作仍然很多，系统很可能不能正常运行；

(2) 等速线性运动是移动目标的一种很重要的运动方式，在美国专利 US5,187,689 中也提到线性运动可以被线性预测，使用这种线性预测方法也可以减少存储空间，而且记录在数据库中的仍然是目标的位置，查询处理非常方便，但当大量移动目标都在附近游走时，压缩比很低，数据库的插入操作

仍然很多，系统也很可能不会正常运行；

(3)把目标的运动轨迹看成是一种曲线，对这些曲线进行曲线拟和或变换，把所拟和的系数，或变换后的系数存储到数据库中，也可以达到压缩的目的，但是这种方式有以下两个缺点：(a)拟和和变换后的曲线和原曲线之间的误差和曲线的数学格式之间的关系通常是非常复杂的，难以获得，而使用固定方式的曲线拟和，对位置进行查询时精度难以保证；(b)查询位置时还要做复杂的反变换，大大影响查询处理的时间。很多数据库的查询操作都不能直接使用。

10 发明内容

为了解决上述问题，本发明提供一种对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法和设备，它接收来自移动单元或定位设备传来的大量的移动目标的连续运动的位置，对这些位置进行压缩，将压缩后的位置信息插入数据库中，来解决数据库在高插入频率下无法运行的问题，并且在保证一定的位置查询精度下，减小连续位置的存储空间。

根据本发明的一方面，提供一种压缩大量移动目标在连续时间的位置数据的方法，包括步骤：a)接收移动目标的当前位置数据；b)判别该目标过去是否处于线性运动状态；c)如果在步骤b)中判断目标过去作线性运动，判断加入当前位置后是否仍然作线性运动，如果仍然作线性运动，不更新其位置；d)如果在步骤c)中判定加入当前位置后线性运动已经被破坏，则更新其位置，返回步骤a)；以及e)如果在步骤b)中判断目标过去不作线性运动，判别其是否在附近随机游走，如果是，不更新其位置，否则更新其位置，并设定该目标处于线性运动状态，返回步骤a)。

根据本发明的压缩大量移动目标在连续时间的位置数据的方法，所述更新其位置是指，选择一个长度可变的位置队列，将压缩后的要插入数据库中的移动目标位置存储到该可变位置队列，然后所述位置队列以数据库可接收的数据插入速率，向数据库中插入移动目标不同时刻的位置。

根据本发明的另一方面，提供一种压缩移动目标位置数据的设备，包括：输入接口，用于接收连续运动的移动目标的当前位置；数据压缩装置，用于对通过输入接口所接收的位置信息压缩；以及输出接口，用于输出压缩后的移动目标位置。其中，所述数据压缩装置包括：线性模型处理单元，用于在

移动目标过去处于线性运动状态时，判断加入当前位置后是否仍然作线性运动，如果仍然作线性运动，不更新其位置，否则更新其位置；以及简单阈值模型处理单元，用于在移动目标不作线性运动时，判别其是否在附近随机游走，如果是，不更新其位置，否则更新其位置。

- 5 在根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法及其设备中，当接收到一个目标的位置信息时，先判别该目标过去是否处于线性运动状态，加入该位置后是否仍然作线性运动，如果仍然作线性运动，在位置队列中不更新其位置；如果线性运动已经被破坏，在位置队列中更新其位置；如果目标过去不在作线性运动，判别其是否在附近随机游走，如果是，在位置队列中不更新其位置，否则在位置队列中更新其位置，整个过程可以自动切换。然后位置队列以数据库可接收的数据插入速率，向数据库中插入移动目标不同时刻的位置。从而，可以提高数据的压缩比，减少数据库的插入操作，保证系统的正常运行。同时，免去拟和等变换及其反变换等复杂的操作，可以减少查询处理的时间。

15

附图说明

通过以下借助附图的详细描述，将会更容易地理解本发明，其中相同的标号指定相同结构的单元，并且在其中：

- 图 1 示出移动目标数据库系统的结构；
- 20 图 2 示出位置查询误差的示意图；
- 图 3 示出位置队列处理的原理；
- 图 4 示出将压缩后的位置数据放入位置队列的处理方法的流程图；
- 图 5 示出将图 3 所示位置队列中的位置数据插入数据库的方法的流程图；
- 图 6 示出在有道路拓扑的情况下，获得的移动目标的连续位置；
- 25 图 7 示出对经过校正的移动目标位置进行线性预测以及预测误差超出阈值情况的示意图；
- 图 8 示出在没有道路拓扑的情况下，获得的移动目标的连续位置以及线性运动的判断；
- 图 9 示出移动目标速度突然变化时，对移动目标的位置数据进行压缩的
- 30 处理方法的流程图；
- 图 10 示出简单阈值模型的情况；

图 11 示出在简单阈值模型条件下误差超出范围的情况;

图 12 示出移动目标在某一位置附近波动时,对移动目标的位置数据进行压缩的处理方法的流程图;

5 图 13 示出根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的处理方法的总流程图;

图 14 示出根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的设备的方框图;

图 15 示出在存储单元中存储有道路的拓扑和物理结构的情况下,线性模型处理单元的结构方框图; 以及

10 图 16 示出在存储单元中没有存储道路的拓扑和物理结构的情况下,线性模型处理单元的结构方框图。

具体实施方式

下面将结合附图详细描述本发明的优选实施例。

15 在根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法及其设备中,移动目标的位置可以来自多种设备,如 GPS 接收机,无线网络等等,并且一个目标在不同时刻的位置可以来自不同的设备,但各种位置已经被投影成平面位置,获得的位置信息可以具有不同的精度。

20 在根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法及其设备中,可以事先存储大量目标运动区域的道路拓扑和物理结构,或者不存储该背景知识。

在根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法及其设备中,首先对移动目标的连续位置进行压缩,然后将压缩后的位置插入数据库中。数据库中存储的是各个移动目标在各个离散时刻点的位置。

25 下面结合附图详细描述根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法。从整体上可以将该方法分成两大部分,即位置队列的处理和位置数据的压缩。

1. 位置队列的处理

30 图 3 示出位置队列处理的原理。在根据本发明的位置队列处理方法中,设置一个长度可变的位置队列,用于存储压缩后的将要插入数据库中的移动目标的位置,它可以随着接收的位置的增多在一定的限度内变长。当位置队

15
列之中某目标某时刻的位置已被插入到数据库中时，则从位置队列中删去该位置。位置队列可以存储在内存中，也可以存储在一个或多个文件中。

图 4 示出将压缩后的位置数据放入位置队列的处理方法的流程图。首先，在步骤 SP41，接收一个压缩后的位置数据。然后在步骤 SP42，判断队列的位置是否足够大可以将步骤 SP41 接收的该位置数据加入到位置队列中。如果在步骤 SP42 中判断的结果为“是”，则处理前进到步骤 SP44，将所接收的位置数据放入位置队列中。如果在步骤 SP42 中判断的结果为“否”，则在步骤 SP43 中，将位置队列加长，并在步骤 SP44 中将所接收的数据放入位置队列中。之后，处理前进到步骤 SP45，等待接收下一个位置数据。

10 图 5 示出将图 3 所示位置队列中的位置数据插入数据库的方法的流程图。如图 5 所示，首先在步骤 SP51 中，判断位置队列是否为空，如果位置队列中没有数据，即位置队列为空，则在步骤 SP52 等待，一直到位置队列非空为止。然后，处理前进到步骤 SP53，将位置队列中最后一个位置的位置数据插入到数据库中。之后，处理返回到步骤 SP51，继续判断是否有新的位置数据添加到位置队列中。

15 以上描述了如何将压缩后的连续位置数据插入到数据库中。但正如在前面所描述的，在将所述连续位置数据插入数据库之前，必须将连续位置数据压缩，才能减少数据库的插入操作，保证系统的正常运行。下面将详细描述本发明的连续位置数据的压缩方法。

20 2. 位置数据的压缩

移动目标的定位存在一定的误差，通常在有道路的情况下，获得的移动目标的连续位置如图 6 所示。图 6 中的实心圆位置表示所收到的移动目标的定位位置，空心圆位置为目标真实位置。

下面首先分两种情况描述在线性预测模型中如何判断线性运动。

25 (a) 如果存储了道路的拓扑和物理结构、位置等信息，并且道路网格密集程度不大（空间两条路最近距离大于两倍的定位误差），则可以利用空间索引找到移动目标的校正位置。对于 GPS 获得的位置，也可以使用校正方法，将其校正到道路上去，从而获得移动目标在道路上的校正位置，如图 6 中的空心圆位置所示。

30 图 7 示出对经过上述校正的移动目标位置进行线性预测的示意图，其中实心圆表示移动目标采样校正后的位置。

如果目标运动速度变化比较小，以两点一阶线性预测为例，利用 T_1 时刻位置 X_1 和 T_2 时刻位置 X_2 可以预测出目标在 T_3 时刻的位置 X_3' ，即：

$$X_3' = 2X_2 - X_1$$

这样就得到了预测误差

5 $Err(T_3) = |X_3' - X_3|$

根据两个方向的误差，就可以判断总预测误差和线性预测阈值的大小关系。当然也可以使用多点预测，即

$$X_n = f(X_{n-1}, X_{n-2}, \dots, X_1)$$

但我们的实验表明用一阶线性预测效果较好。

10 图中，当对 T_5 时刻的位置 X_5' ，使用下面预测方法：

$$X_5' = 2X_4' - X_3'$$

而不使用 X_4 和 X_3 预测 X_5 ，这样在上图中，插入数据库中的位置包括 X_1 、 X_2 和 X_5 ，从而对速度大小的波动不敏感，压缩比高。

(b) 在没有道路的拓扑和物理结构、位置等信息的情况下，或者在有这
15 些信息，但是道路网格密集成度不满足上述条件，定位精度又不高的情况下，如果根据所收到的移动目标的位置数据，我们得到移动目标 X_1 和 X_2 的位置，但这些位置的误差可能局部分布不均匀，例如 X_1 位置可能误差很小， X_2 位置误差却很大，造成速度方向估计很大的偏差，即使目标速度绝对值变化较小，且在道路上运动，预测的目标在 T_3 时刻的位置 X_3 的偏差也很大，就达不到
20 压缩的效果。

这时，我们对每一个目标开辟一块临时存储空间，存储满足线性预测的位置。如图 8 所示，以 X 方向为例，首先我们得到了 X_1 和 X_2 位置，放入到临时存储空间，两点可以唯一确定一条直线，因此置前一点满足线性预测标志，当 X_3 位置到来时，如果以前各点满足线性预测，就对 X_1, X_2, X_3 进行直线
25 拟和，得到直线 $L1$ 的表达：

$$X(t) = K_1 \cdot t + B_1$$

公式中 t 代表时间，可以将 X_1, X_2, X_3 位置对应的时间带入上式，就得到各点对应的拟和直线的误差。同理可以得到 Y 方向的误差，从而得到每个点的综合误差，如果各点综合误差都在规定的阈值范围内，则 X_1, X_2, X_3 满足线性
30 预测， X_3 点不必存入位置队列。同理 X_4 点的到直线 $L2$ 也不必存储到位置队列。

但是，当 X_5 点加入后，有些点的综合误差会超出规定的阈值范围内，则 X_5 点破坏了线性预测，将被存储到位置队列，这时需要清空该目标的满足线性的位置的临时存储空间。

以上分两种情况讨论如何判断目标处于线性运动，但是线性运动还应加入下面的处理。如果移动目标速度突然有较大的变化，如前述存储有道路的拓扑和物理结构的线性判断方法中，在 T_1 - T_5 时刻间查询移动目标的位置会是在图 7 的虚线上，显然，误差很大，如果记录前一时刻位置 X_4 ，位置查询的精度就很高。但若总是回头记录前一时刻的位置，压缩比又会大大降低。

为解决该问题，在根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法中，针对每一个移动目标存储如下数据：

实时接收的该目标的当前位置，实时更新，称为 PresentLoc；

该目标在数据库中的最后一个记录位置，实时更新，称为 LastLocInDB；

移动目标采样当前位置的前一时刻的校正位置，实时更新，称为 LastLocSamp，即图 7 中到 X_5 位置时 LastLocSamp= X_4 ，当采用线性拟合时，也是拟合点的位置；

在存储有道路的拓扑和物理结构、位置等信息时，LastLocSamp 前一时刻的校正位置，实时更新，称为 BeforeLastLocSamp；

移动目标满足线性预测的采样点数，实时更新，称为 PredAddNum；

移动目标线性预测误差阈值，根据位置查询精度设定，称为 PredThresh，为定值；

根据要求的查询精度设定另外一个特别阈值，称为 PredSpecilThresh，为定值；以及

采样点数阈值，根据查询精度设定，称为 NumThresh，为定值。

如果线性预测的位置误差大于阈值，但前面若干时刻满足线性预测模型，如图 7 所示，若只记录 T_1 、 T_2 、 T_5 时刻的位置，则在时刻 T_4 查询位置时，误差就会超出范围。此时，采用如图 9 的流程图所示的方法来对需要存储的压缩数据做进一步的处理。此方法是为了进一步提高位置查询精度，如果应用要求的位置查询精度不是很高，可以忽略这一步。

如图 9 所示，首先在步骤 SP91 判断预测误差是否大于特别阈值。如果预测误差不大于所设定的特别阈值，则处理前进到步骤 SP92，判断满足线性预测的点数是否大于采样点数阈值。如果满足线性预测的点数大于采样点数

阈值，则处理前进到步骤 SP94，在数据库中插入 LastLocSamp 和 PresentLoc。如果在步骤 SP92 中判断满足线性预测的点数不大于采样点数阈值，则处理前进到步骤 SP95，将 PresentLoc 插入数据库中。

如果在步骤 SP91 中判断预测误差大于所设定特别阈值，则处理前进到
5 步骤 SP93，判断 LastLocInDB 是否等于 LastLocSamp，如果 LastLocInDB 与 LastLocSamp 不相等，则在步骤 SP94 中将 LastLocSamp 和 PresentLoc 插入到数据库中。如果在步骤 SP93 中判断 LastLocInDB 等于 LastLocSamp，则处理直接前进到步骤 SP95，将 PresentLoc 插入数据库中。

然后，在处理完步骤 SP94 或 SP95 之后，前进到步骤 SP96，在此，清
10 线性运动标志，将满足线性运动的点数清零，清空 BeforeLastLoc，使在某一位置附近游走的目标位置的中心位置 Center、LastLocInDB 和 LastLocSamp 等于 PresentLoc。而在满足线性预测位置的临时存储空间只保留 PresentLoc。

以上所述为移动目标作线性运动时，对其位置数据所做的压缩处理。在以下的描述中将图 9 所示的处理称为处理 1。

15 下面将描述当移动目标在某一位置附近徘徊时，对其位置数据所进行的压缩处理。图 10 示出在某一位置附近波动的目标位置不更新的条件，为了叙述方便，我们称其为简单阈值模型。

在简单阈值模型中，如果目标的位置和其规定的中心位置之间的误差小于设定的阈值，在位置队列中不更新其位置，如图 10 中的目标位置 1；否则，
20 在位置队列中更新其位置，如图 10 中的目标位置 2。

对于某个目标，我们需要设定其简单阈值模型中心位置，实时更新，称为 Center；以及设定其简单阈值模型阈值，根据位置查询精度设定，定值，称为 SampThresh。

简单阈值模型也存在和线性预测模型同样的问题。即，当较长一段时间
25 满足简单阈值模型，如图 11 所示，假定在到 T8 时刻时，阈值模型被破坏，如果此时只记录 T1 和 T8 两个时刻的位置，查询中间时刻位置时就会返回到直线 L 的位置上。显然，查询精度会超出范围。

在此，根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法，对简单阈值模型的处理采用与线性预测模型处理同样的原理。也设定特别阈
30 值以及满足简单阈值模型的点数，并且累计满足简单阈值模型的点数。

图 12 示出移动目标在某一位置附近波动时，目标位置超出阈值范围时对

(7)

移动目标的位置数据进行压缩的处理方法的流程图。

如图 12 所示,在步骤 SP1201 中判断 LastLocInDB 是否等于 LastLocSamp,即以前没有满足简单阈值模型的点,如果 LastLocInDB 不等于 LastLocSamp,则在步骤 SP1203 中置线性运动标志,然后处理前进到步骤 SP1205。

- 5 如果在步骤 SP1201 中判断 LastLocInDB 等于 LastLocSamp,则处理前进到步骤 SP1202,判断与 Center 的位置误差是否大于特别阈值,如果与 Center 的位置误差不大于特别阈值,则处理前进到步骤 SP1205。如果在步骤 SP1202 中判断与 Center 的位置误差大于特别阈值,则处理前进到步骤 SP1204,判断满足简单阈值模型的点数是否大于点数阈值,如果满足简单阈值模型的点数
- 10 大于点数阈值,则处理前进到步骤 SP1206,如果满足简单阈值模型的点数不大于点数阈值,则处理前进到步骤 SP1205。

在步骤 SP1205 中,将 PresentLoc 插入数据库中。在步骤 SP1206 中,先将 LastLocSamp 插入数据库中,再将 PresentLoc 插入数据库中,并置满足线性运动标志。

- 15 在完成步骤 SP1205 或 SP1206 的处理之后,前进到步骤 SP1207,将满足简单阈值模型点数清零,并进行前一位置数据 BeforeLastLoc 处理,将其清空;使 Center=PresentLoc, LastLocInDB=PresentLoc, LastLocSamp=PresentLoc;以及根据线性运动标志,在满足线性预测位置的临时存储空间中保留 LastLocSamp 和 PresentLoc。

- 20 这里,满足简单阈值模型的特别阈值和要求的位置查询精度有关,可以和前面的线性预测特别阈值相同,点数阈值也可以相同,也可以另外设定。在下面的描述中将上面图 12 所示出的移动目标在某一位置附近波动时,对移动目标的位置数据进行压缩的处理方法称为处理 2。

- 25 综合上面的描述,下面结合图 13 所示的流程图给出如何进行简单阈值模型和线性预测两个模型间的自动切换,从而得到高压缩比的目标位置数据,并且不影响位置查询精度。

图 13 示出根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的处理方法的总流程图。

- 30 如图 13 所示,在步骤 SP1301 进行初始化,设置必要的阈值参数。然后,在步骤 SP1302 中,从定位设施或移动单元中接收某一移动目标的 PresentLoc。接着在步骤 SP1303 中判断该目标数据是否是第一次来的位置数据,如果是第

一次来的位置数据，则处理前进到步骤 SP1304，使 Center= PresentLoc，LastLocInDB=PresentLoc，LastSamp=PresentLoc，之后，返回步骤 SP1302，继续从定位设施或移动单元接收位置数据。

如果在步骤 SP1303 判断所接收的目标数据不是第一次来的位置数据，
5 则处理前进到步骤 SP1305，判断最后一个位置是否满足线性预测模型。如果最后一个位置不满足线性预测模型，则在步骤 SP1307 中判断简单阈值模型误差是否大于所设定的阈值。

如果在步骤 SP1307 中判断简单阈值模型误差大于所设定的阈值，则处理前进到步骤 SP1312，执行前述的处理 2。否则，处理前进到步骤 SP1313，
10 将简单阈值模型计数加 1。

在执行完步骤 SP1312 的处理 2 或步骤 SP1313 的处理之后，返回步骤 SP1302，继续从定位设施或移动单元接收位置数据。

如果在步骤 SP1305 中判断最后一个位置满足线性预测模型，则处理前进到步骤 SP1306，判断当前位置加入之后是否还满足线性预测模型。如果当
15 前位置加入之后还满足线性预测模型，则处理前进到步骤 SP1308，使 Center= PresentLoc，更新 LastLocSamp、BeforeLastLocSamp、以及临时存储空间。之后，返回步骤 SP1302，继续从定位设施或移动单元接收位置数据。

如果在步骤 SP1306 中判断，当前位置加入之后不再满足线性预测模型，则处理前进到步骤 SP1309，判断简单阈值模型误差是否大于所设定的阈值。
20 如果简单阈值模型误差不大于所设定的阈值，处理前进到步骤 SP1310，执行如下处理 3：将 LastLocSamp 插入数据库中；清线性运动标志；简单阈值模型计数加 1；LastLocSamp 更新；BeforeLastLocSamp 更新；以及临时存储空间更新。

如果在步骤 SP1309 中判断简单阈值模型误差大于所设定的阈值，则处
25 理前进到步骤 SP1311，执行上述的处理 1。

在执行完步骤 SP1310 的处理 3 或步骤 SP1311 的处理 1 之后，返回步骤 SP1302，继续从定位设施或移动单元接收位置数据。

这里所有阈值的设定都是考虑定位精度、应用领域、要求的位置查询精度、以及需要达到的压缩比等因素之后综合决定的。对于通常的移动电话定
30 位做基于位置的广告，设定 200 米-300 米的阈值就可以达到 5 倍以上的压缩比，即可以达到一般应用的要求。

以上结合附图描述了本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的方法，下面将描述实现上述方法的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的设备。

如图 14 所示，根据本发明的对大量移动目标的连续位置数据进行压缩的设备包括：输入接口，用于接收来自定位设施或移动单元送来的大量的移动目标的连续运动的位置，这些位置信息包括移动目标、定位精度、当前位置等；数据压缩装置，用于对通过输入接口所接收的位置信息压缩；以及输出接口，用于压缩后的移动目标位置发送到数据库或记录到文件中。

通过在所述数据压缩装置中设定不同的阈值，对压缩后的位置进行查询可以保证用户要求的精度。

所述数据压缩装置包括：存储单元、简单阈值模型处理单元、以及线性模型处理单元。

存储单元包括：位置队列存储器，用于存储压缩后要插入到数据库中的位置；阈值存储器，用于存储简单阈值模型的阈值、线性预测模型的预测误差阈值、以及线性预测模型的特别阈值、位置个数累计阈值；中间结果临时存储器，用于存储每一个目标的 PresentLoc、Center、LastLocInDB、LastLocSamp、PredAddNum、以及以前位置满足线性预测模型标志等。对于应用线性拟合判别线性的方法还要包括每一个目标满足线性的位置的临时存储器。

线性模型处理单元用于在移动目标过去处于线性运动状态时，判断加入当前位置后是否仍然作线性运动，如果仍然作线性运动，不更新其位置，否则更新其位置。

图 15 示出在存储单元中存储有道路的拓扑和物理结构的情况下，线性模型处理单元的结构方框图。如图 15 所示，在这种情况下，该线性模型处理单元包括：线性预测部件，用于利用目标以前若干时刻的位置对目标当前时刻的位置进行线性预测；预测误差计算部件，用于计算预测误差；以及判定部件，如果预测误差在线性预测阈值范围内，则确认移动目标仍然作线性运动。

在存储单元中没有存储道路的拓扑和物理结构的情况下，所述线性模型处理单元的结构如图 16 所示。在这种情况下，该线性模型处理单元包括：拟和部件，用于利用当前位置和目标过去处于线性运动的位置进行拟和，获得拟和的位置-时间直线方程；拟和误差估计部件，用于将当前时间和目标过去

处于线性运动的时间分别带入所拟和的位置-时间直线方程，估计各时间点的拟和误差；以及判定部件，如果所有时间点的拟和误差均在线性预测值范围之内，则确认移动目标仍然作线性运动。

5 简单阈值模型处理单元，用于执行上述的处理 2，即在移动目标不作线性运动时，判别其是否在附近随机游走，如果是，不更新其位置，否则更新其位置。简单阈值模型处理单元包括简单阈值模型比较器和简单阈值模型位置误差计算器。

10 以上结合附图描述了本发明的优选实施例，但是本发明并不仅限于该具体的实施方式。在不偏离权利要求的精神和范围的情况下，可以对其做出各种改变。

说明书附图

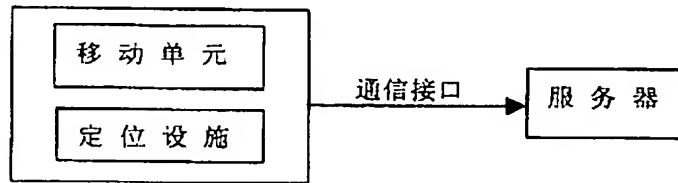


图 1

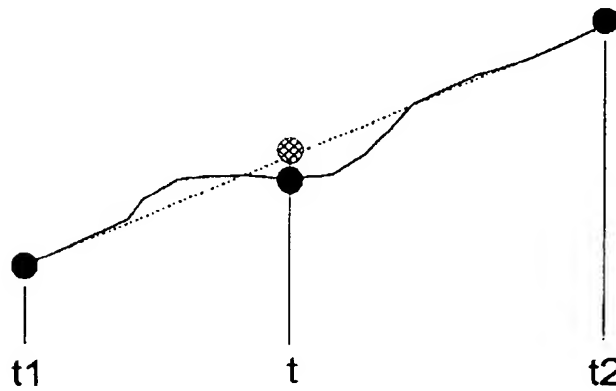


图 2

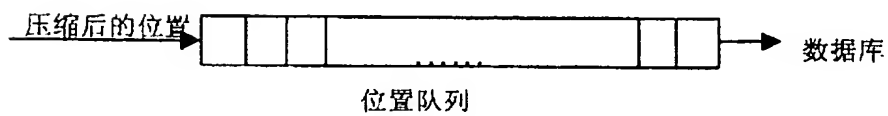


图 3

24

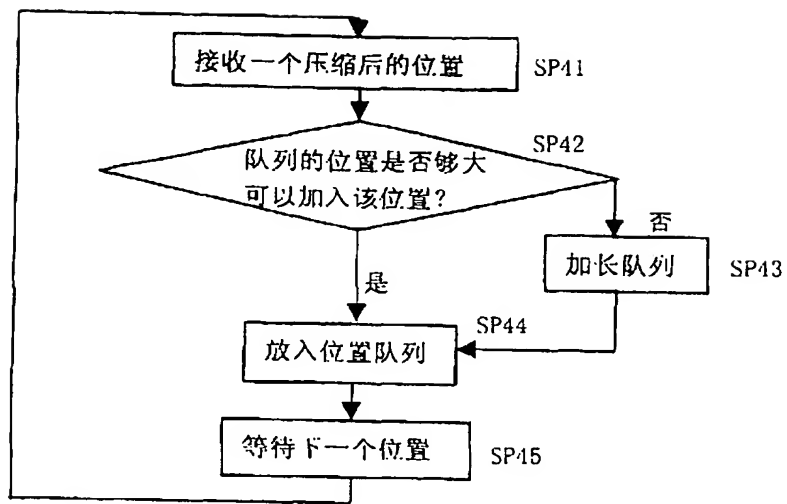


图 4

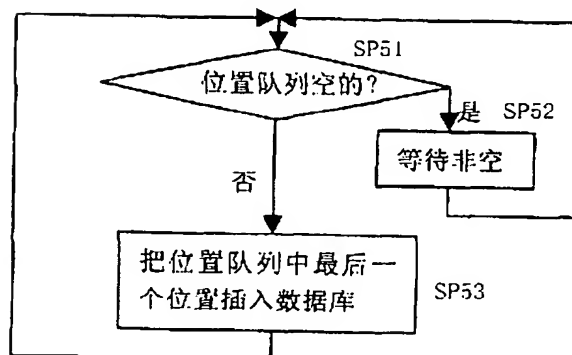


图 5

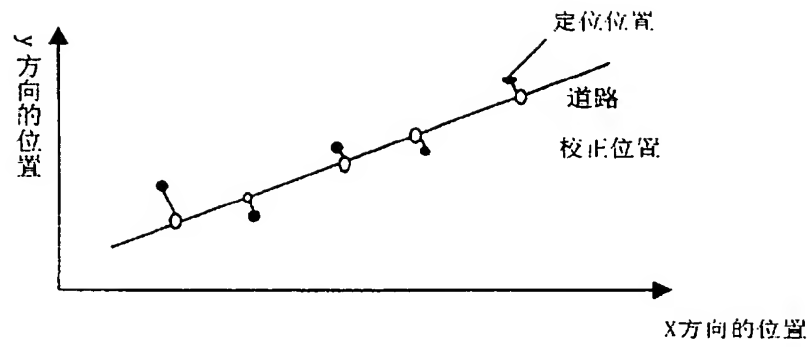


图 6

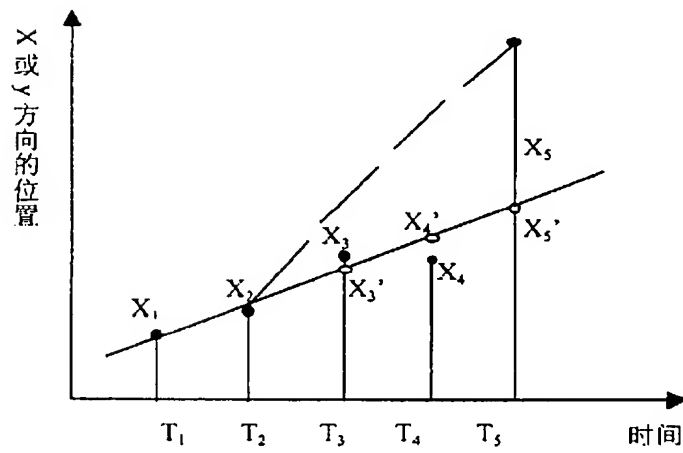


图 7

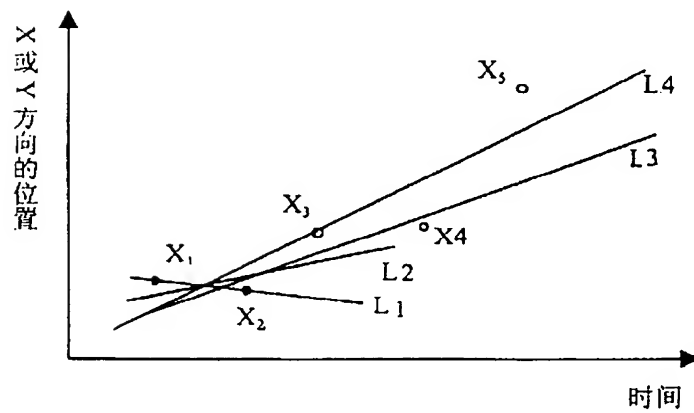


图 8

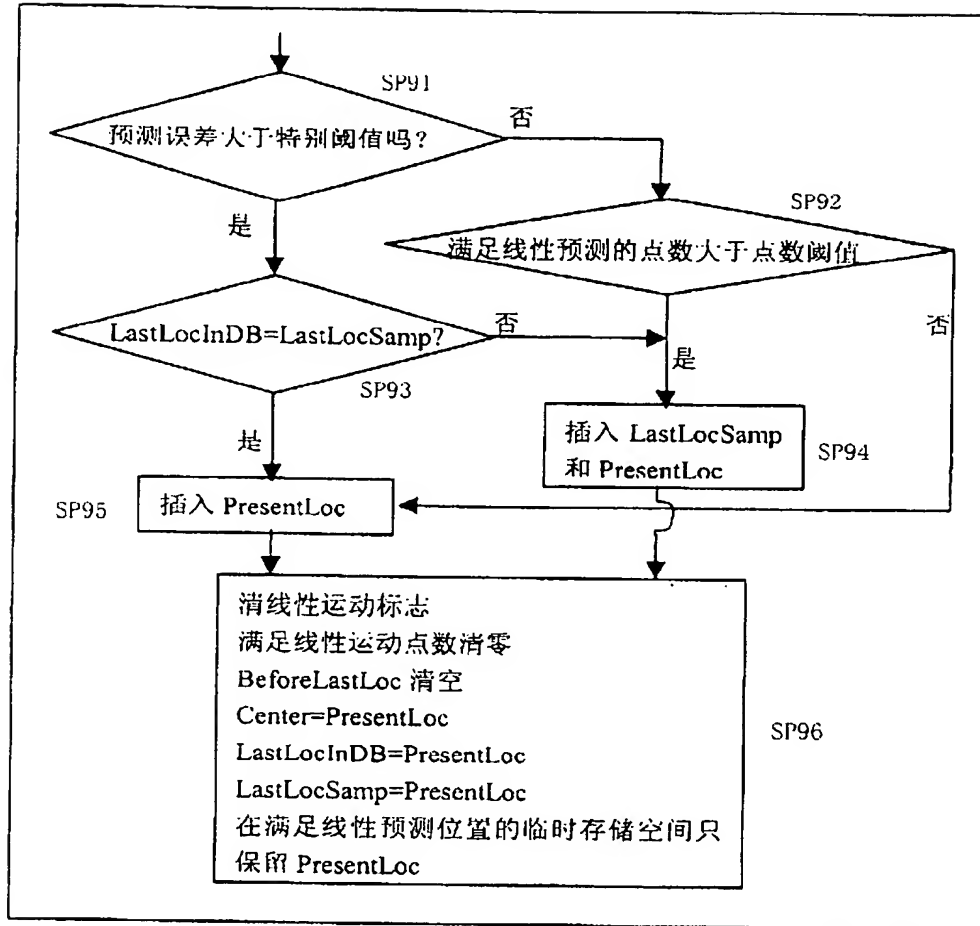


图 9

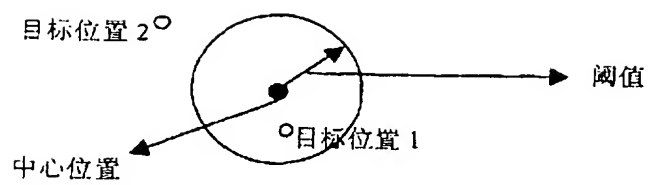


图 10

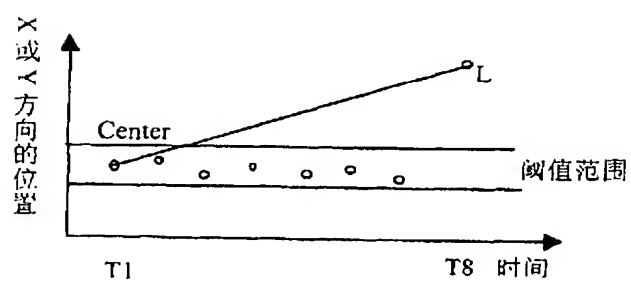


图 11

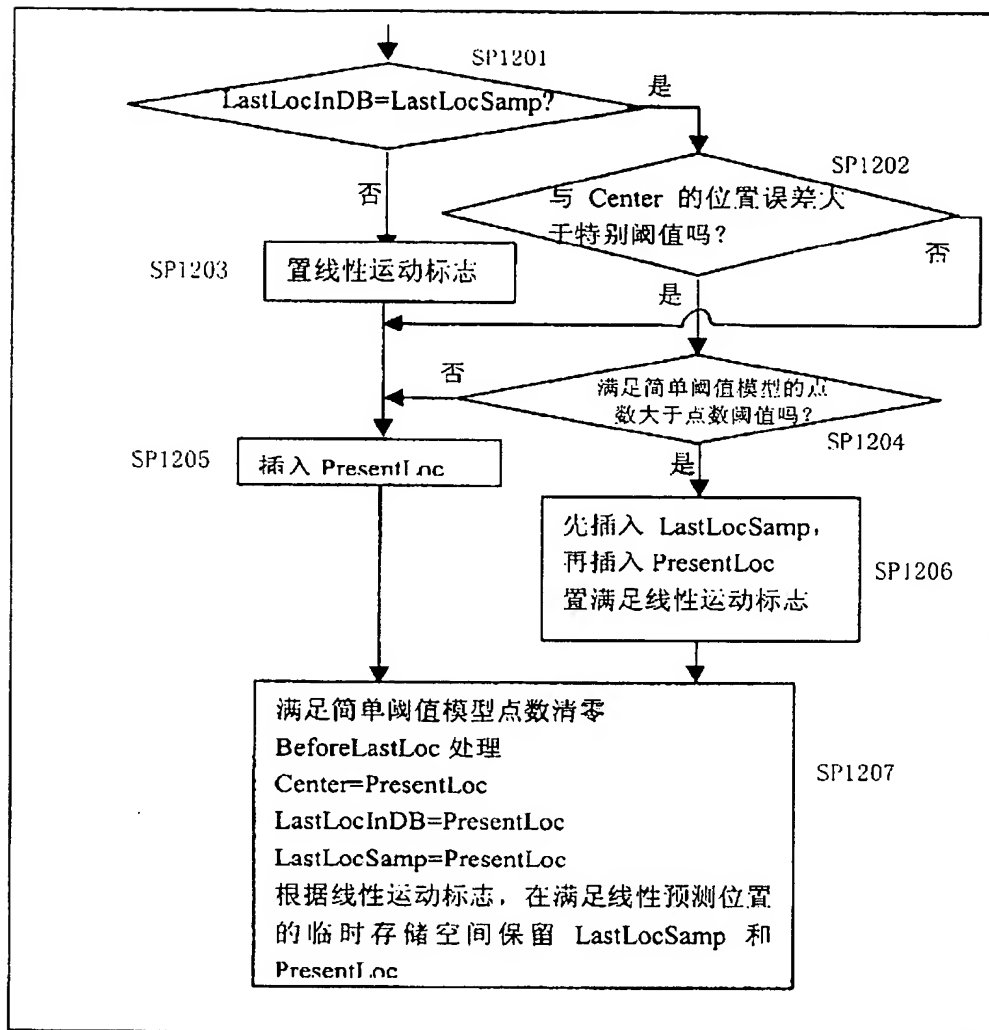


图 12

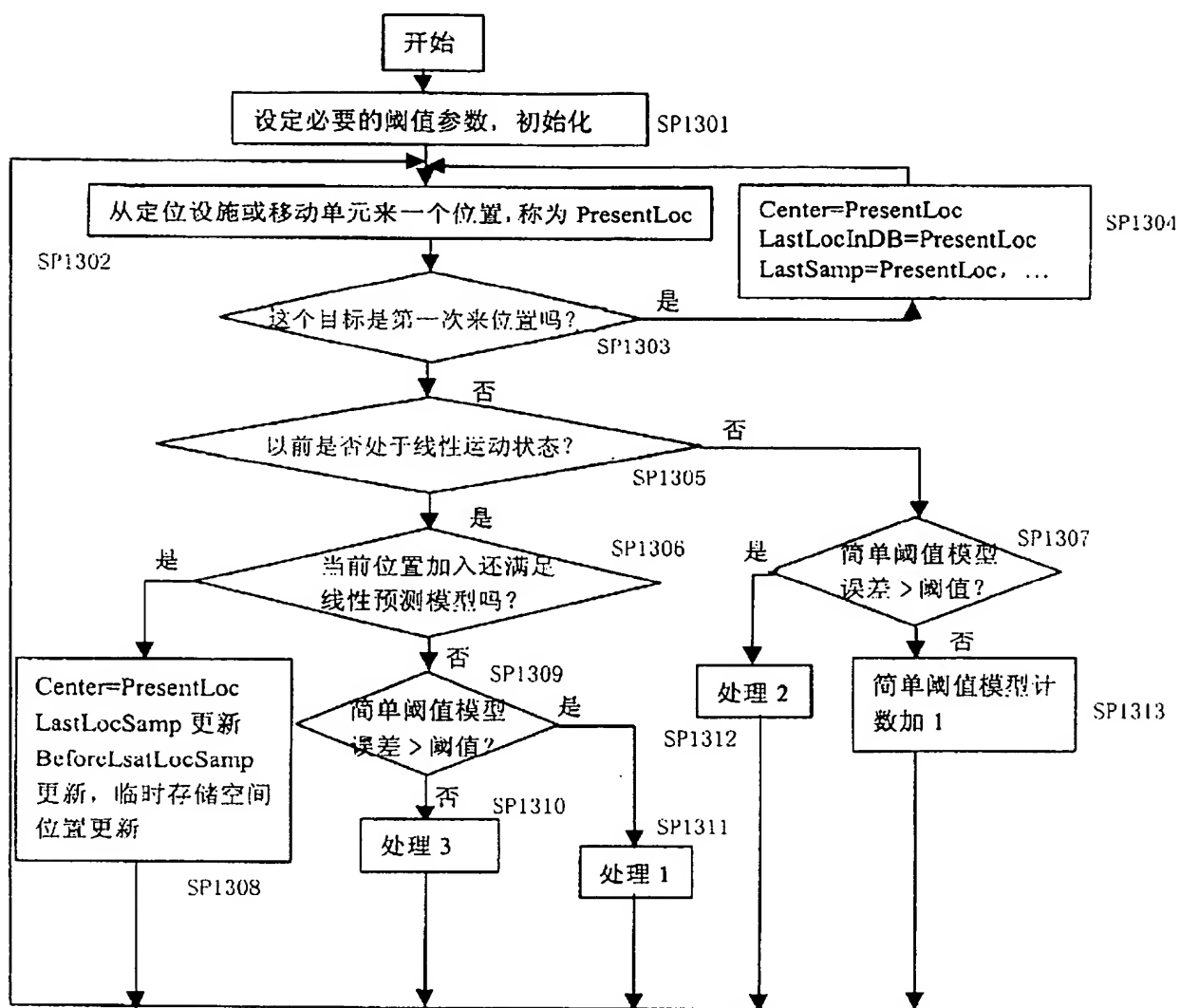


图 13

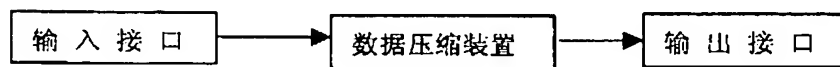


图 14

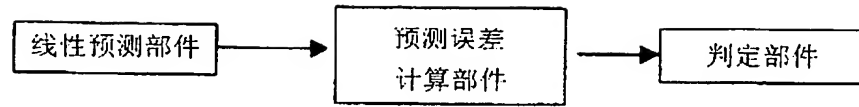


图 15

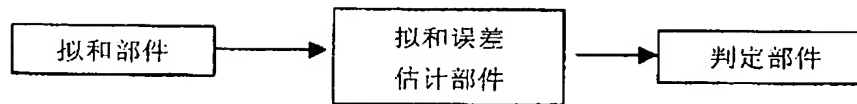


图 16